

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

# CIANAMIDA HIDROGENADA Y NITRATO DE POTASIO PARA MANIPULAR ÉPOCAS DE COSECHA EN CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Mill.)

Vanegas, Edgar <sup>a</sup>; Encalada, Claudio <sup>b</sup>; Feicán Carlos <sup>b</sup>; Gómez Mark <sup>b</sup>; Viera, William <sup>c\*</sup>

<sup>a</sup> Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Ingeniería Agronómica, Minas, Veterinaria y Ecología, Facultad de Ingeniería Agronómica, Av. de las Américas y Humbolt, Cuenca, Ecuador.

<sup>b</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa Nacional de Fruticultura, Estación Experimental del Austro, Km 25 Vía Cuenca - Gualaceo, Gualaceo, Ecuador

<sup>c</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa Nacional de Fruticultura, Granja Experimental Tumbaco, Av. Interoceánica km 15, Tumbaco, Ecuador

Ingresado: 24/11/2015

Aceptado: 23/03/2016

## Resumen

Este trabajo fue desarrollado en el valle subtropical de Gualaceo (Provincia del Azuay), localidad que presenta las características adecuadas para la producción de chirimoya (*A. cherimola*). Este frutal tiene como limitante la concentración de la producción en una sola época del año con el manejo actual, lo que trae como consecuencia periodos largos entre cosechas y bajos precios a los productores. Esta investigación evaluó productos químicos para acelerar la brotación, ayudando a reducir la etapa de producción y cosechar en diferentes épocas del año. Se utilizaron plantas de 5 años de edad de la variedad "Cumbe", en las que se evaluó el efecto de la cianamida hidrogenada y el nitrato de potasio como inductores de brotación. La aplicación de cianamida hidrogenada al 1% tuvo un promedio de 95 % de brotación de yemas (40% más que el testigo) que generarán producción, y aceleró el período de brotación en 7 días comparado con el testigo, resultados que permiten acortar el ciclo del cultivo. El mayor porcentaje de yemas florales se obtuvo con la aplicación de nitrato de potasio al 4%, pero no incide significativamente en el incremento de la brotación de yemas. En consecuencia, el uso de inductores de brotación permite manipular los ciclos de producción para obtener cosechas fuera de época, donde el agricultor obtendrá mejores ingresos económicos.

**Palabras clave:** brotación, ciclo del cultivo, inductor, yemas.

## HYDROGEN CYANAMIDE AND POTASSIUM NITRATE TO HANDLE HARVEST TIME IN CHERIMOYA (*Annona cherimola* Mill.)

### Abstract

This work was developed in the subtropical valley of Gualaceo (Province of Azuay), which offers the appropriate location for cherimoya production (*A. cherimoya*). This fruit has as limiting the concentration of production in a single season with the current management, which results in long periods between harvests and low prices to producers. This research assessed chemical products to accelerate sprouting to obtain fruit production in less time and harvest at different times of the year. Plants of 5 years old of the variety "Cumbe" were used to determinate the effect of hydrogen cyanamide and potassium nitrate as sprouting inductors. The application of hydrogen cyanamide at 1% produced an average of 95% of sprouting buds (40% more than the control) to generate new production, and accelerated sprouting time on 7 days in comparison to the control, results that allow to short crop cycle. On the other hand, the highest percentage of flower buds was obtained with the application of potassium nitrate at 4%; however, it has no significant impact on increasing the sprouting buds. Consequently, the use of sprouting inductors allows manipulating production cycles to obtain off-season harvest, where the farmer will get better income.

\* Correspondencia a: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, Programa Nacional de Fruticultura, Granja Experimental Tumbaco, Av. Interoceánica km 15, Tumbaco, Ecuador. Teléfono: +(593) 2 2301057. e-mail: william.viera@iniap.gob.ec

**Keywords:** bud, crop cycle, inductor, sprouting.

## I INTRODUCCIÓN

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es un árbol semi-caducifolio que se originó en zonas andinas de Ecuador y Perú. [1, 2] Es uno de los cultivos nativos del Ecuador (Loja), con una considerable demanda de mercado. El cultivo de este frutal ahora está teniendo mayor interés debido a la demanda de esta fruta en los mercados nacionales e internacionales. [3] En el Ecuador pese a tener zonas climáticas favorables para la chirimoya, [4] su superficie cultivada ha disminuido, existiendo aproximadamente solo 385.2 ha en el país, con un promedio nacional de producción de 10 t/ha; sin embargo se han reportado rendimientos bajos de 2.8 t/ha. [5]

Es una planta perenne, cuyos frutos son carnosos, tiene un ciclo de desarrollo fisiológico caracterizado por etapas continuas entre el crecimiento, madurez, reposo y crecimiento, similar a los árboles de hoja caduca. En este frutal el período de reposo o latencia de las yemas, está controlado por factores externos ambientales y de manejo. [6]

Bajo las condiciones de los valles subtropicales de la Sierra Norte del Ecuador, el período de reposo se produce luego de la cosecha, en los meses de época seca (junio - agosto). La planta de chirimoya presenta cambios en el metabolismo, disminución en el crecimiento vegetativo, y estimulación en la maduración de los tejidos y yemas durante el período de letargo debido el estrés hídrico y mayores temperaturas, lo que provoca la senescencia y caída poco uniforme e incompleta de las hojas. [7] Además la brotación de flores es más uniforme en ramillas de bajo vigor; mientras que en los brotes vigorosos la respuesta es vegetativa, pero con menor número de brotaciones. [8]

En otros países productores de chirimoya como España el comportamiento fenológico de este árbol es como sigue: la defoliación o caída de las hojas se inicia a principios de diciembre y tiende a terminar esta etapa en marzo, aunque algunos ejemplares no presentan una defoliación total. La floración inicia a mediados de febrero y termina generalmente a finales de mayo. La brotación vegetativa inicia un poco después de la floración aunque en algunos casos ocurre en manera simultánea, generalmente inicia a principios de marzo. Finalmente la cosecha inicia a mediados de septiembre y termina generalmente a fines de enero. [9]

En el Ecuador, este frutal se cultiva en las provincias de

Imbabura, Pichincha, Azuay y Loja (clima temperado seco y temperado semihúmedo), a una altitud entre 1500 a 2600 m.s.n.m. Debiendo destacarse que por estos microclimas la fenología de la chirimoya es variable, donde la defoliación o caída de hojas inicia entre los meses de junio a septiembre, la floración se da en los meses de noviembre a enero y su cosecha que ocurre entre los meses de mayo a julio [10].

El concepto de cosechas continuas, se basa en la inducción artificial de un nuevo ciclo de crecimiento, después de la diferenciación floral, pero antes de que la planta entre en endodormancia (incapacidad de la planta para iniciar la brotación). [11] Tomando en consideración la terminología propuesta, la ecodormancia atribuida por el ambiente es aprovechada para proveer las precondiciones para la iniciación y diferenciación floral que ocurren después en la paradormancia (inhibición correlativa) [6]. Es así como se puede inducir de manera forzada un nuevo ciclo de crecimiento y o producción, mediante la eliminación de fuentes de inhibición (hojas) antes de que las plantas eventualmente entren en endodormancia. [11]

Se debe considerar que en los frutales caducifolios, una yema completamente diferenciada durante el ciclo vegetativo no va a brotar mientras existan o permanezcan hojas en pleno crecimiento que produzcan hormonas inhibitorias. [12] Las yemas generativas tienen que pasar una serie de estados de desarrollo, y normalmente están completamente diferenciadas cuando se hinchan, lo cual ocurre poco antes de la brotación. [13]

El proceso de formación de yemas florales de tejidos adultos pasa por tres etapas: inducción, iniciación y diferenciación floral; [14] mediante este proceso hay investigaciones que consideran que la hormona responsable para que exista el cambio de yema vegetativa a yema de flor es el florífero. [15] El cual es sintetizado por hojas maduras y translocado vía floema a la yema próxima, donde ocurre la iniciación floral, [11] a pesar de que todas las plantas dependen de factores ambientales como la luz, temperatura y fotoperíodo que sincronizan con la estación de modo que están programadas para completar su ciclo vital en el tiempo adecuado. [16]

Hasta ahora no se tiene claro cuándo deben implementarse las acciones para el nuevo ciclo de producción después de la cosecha de la fruta de chirimoya, especialmente en la defoliación. Se debe tener en cuenta que el árbol necesita cierto tiempo para almacenar carbohidratos, compuestos fosforados y nitrogenados, grasas y azúcares, para obtener una

buena productividad en la temporada siguiente. El contenido de almidón en la madera incrementa después de la cosecha entre un 5 y 13%; además, el nitrógeno (almacenado para el inicio del nuevo ciclo en forma proteica) es de gran importancia, y es necesario un tercio de su reserva para la brotación, [15] la maduración de tejidos y la formación de sustancias de reserva terminan con la caída de las hojas. Compuestos químicos a base de nitrógeno, como el caso de la cianamida hidrogenada, que actúan como fitoregulator [17] del crecimiento de las plantas caducifolias, acelerando y uniformizando la brotación durante el período de dormancia. Esta hormona es absorbida por la planta e influye en procesos fisiológicos de las yemas, interfiriendo en ciertos procesos enzimáticos, modificando el ciclo de la respiración, intensificando el metabolismo e interfiriendo en la función clorofílica [17, 18]. El nitrato de potasio ha sido reportado como un producto que contribuye a romper la dormancia [19], infiriéndose que promueve la brotación. Ambos productos mencionados tienen nitrógeno o nitratos en su composición química, el cual actúa como precursor de hormonas, como las auxinas, que activan la brotación. Esta investigación tuvo como objetivo, evaluar el efecto de dos inductores de brotación con tres dosis de aplicación, con el fin de poder manejar el ciclo de cultivo y lograr obtener producción fuera de la época de cosecha de este frutal.

## II METODOLOGÍA

### Ubicación del Experimento

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental del Austro del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cuyas coordenadas geográficas son: latitud 22° 51'55" S, longitud 78° 46'24" W, encontrándose a una altitud de 2230 m.s.n.m. La zona de estudio posee los siguientes factores climatológicos: temperatura promedio de 18 °C, humedad relativa promedio de 75 %, precipitación anual de 750 mm. Las propiedades del suelo en el sitio experimental son: textura franca arcillo arenoso, pendiente 1%, buen drenaje y pH 7.5.

### Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones, teniendo cada planta como unidad experimental, siendo un total de 28 plantas en toda la investigación. Los tratamientos (Tabla 1) en estudio fueron: cianamida hidrogenada en dosis de 0.75%, 1%, y 1.5% y nitrato de potasio en dosis de 2%, 3% y 4%, como inductores de brotación, más un testigo sin aplicación del inductor de brotación. Las variables evaluadas fueron las siguientes: días transcurridos

desde la aplicación de inductores a la brotación de yemas, porcentaje de yemas brotadas, porcentaje de yemas de flor, porcentaje de yemas vegetativas. Se empleó un análisis de varianza (ANOVA) ( $p \leq 0.05$ ) para procesar los datos y determinar diferencias estadísticas entre tratamientos. También se utilizó la prueba de Tukey al 5% para encontrar diferencias entre medias. Además se estimó el coeficiente de correlación (Pearson) entre las dosis de los productos y las variables evaluadas. Los cálculos se realizaron mediante el paquete informático SPSS. Statistics V22.0.0 (Copyright IBM Corporation).

**Tabla 1.** Tratamientos y dosis utilizadas en el estudio de evaluación de inductores de brotación en chirimoya.

Tratamientos	Código	Producto	Dosis
T1	P1D1	Cianamida Hidrogenada	0.75%
T2	P1D2	Cianamida Hidrogenada	1%
T3	P1D3	Cianamida Hidrogenada	1.5%
T4	P2D1	Nitrato de Potasio	2%
T5	P2D2	Nitrato de Potasio	3%
T6	P2D3	Nitrato de Potasio	4%
T7	P0D0	Testigo	0%

T = Tratamiento; P = producto; D = dosis

### Manejo del cultivo

Previo al establecimiento del ensayo, después de la cosecha, se realizó una poda para estimular en los árboles la brotación y producción de flores y frutos. Se fertilizó con urea (150 g/planta), 10-30-10 (200 g/planta) y muriato de potasio (120 g/planta). Los riegos se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo y fueron por inundación. Se aplicó los dos inductores de brotación de acuerdo a los tratamientos propuestos, las plantas de chirimoya estuvieron totalmente defoliadas, y se realizó un riego por inundación un día antes de la aplicación. Para la aspersión del producto en la planta, se utilizó una bomba de mochila (20 litros de capacidad) con boquilla estándar. La aplicación se la realizó en todo el árbol (2 m de altura), considerando que el producto tenga contacto con las yemas debido a que no tiene

acción sistémica. Adicionalmente, se efectuaron controles fitosanitarios para prevenir el ataque de mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus*) y antracnosis (*Colletotrichum sp.*).

### III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Días transcurridos desde la aplicación de inductores a la brotación de yemas

Los resultados obtenidos indicaron diferencias estadísticas ( $p \leq 0.005$ ) en los tratamientos aplicados para inducir la brotación, observándose que la cianamida hidrogenada al 1% produjo brotación en el menor número de días (16.5), en comparación con el tratamiento de nitrato de potasio y el testigo sin aplicación (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con lo expuesto por [20] quien menciona que la cianamida acelera la brotación de yemas. La prueba de Tukey al 5% produjo dos rangos de significación en donde el tratamiento cianamida hidrogenada al 1% se ubicó en el primer rango; mientras que el testigo sin aplicación alcanzó el mayor número de días. Al realizar el análisis de regresión, la correlación entre los productos evaluados y las dosis obtuvo un valor alto (0.68 para cianamida hidrogenada y 0.92 para nitrato de potasio), lo que indica que existe una relación entre estos factores para reducir el número de días a la brotación. Estos valores de correlación indicarían que al aumentar la dosis se reduce el número de días a la brotación; sin embargo en este estudio los mejores resultados se obtuvieron en la dosis media en ambos productos (Tabla 2).

**Tabla 2.** Prueba de Tukey al 5% de los días desde la aplicación de inductores a la brotación yemas.

Tratamientos	Descripción	Media (Día)
T2	Cianamida hidrogenada 1%	16,50 <sup>a</sup>
T1	Cianamida hidrogenada 0.75%	19,25 <sup>ab</sup>
T3	Cianamida hidrogenada 1.5%	19,75 <sup>ab</sup>
T5	Nitrato de Potasio 3%	21,00 <sup>ab</sup>
T6	Nitrato de Potasio 4%	21,50 <sup>ab</sup>
T4	Nitrato de Potasio 2%	22,25 <sup>b</sup>
T7	Testigo	23,75 <sup>b</sup>

La disminución en los días transcurridos a la brotación de las yemas con la aplicación de cianamida hidrogenada (1%), nos explica el comportamiento de este fitoregulador como promotor y uniformizador de brotación, actuando independientemente de algunos compuestos químicos presentes de manera natural en las plantas, que cumplen una función regulatoria tanto en el crecimiento como en el desarrollo. [21] Estos compuestos son activos generalmente a muy bajas concentraciones, los cuales son conocidos como hormonas vegetales; en este caso, la cianamida hidrogenada incrementa el porcentaje de brotación debido al efecto que ejerce como regulador del crecimiento en la respiración celular, inhibiendo la actividad de las catalasas, y permitiendo de esta manera un aumento en la concentración de peróxidos, lo que provoca un estrés a nivel celular, permitiendo el término de la dormancia [17, 22-24].

La acción del inductor sobre la disminución de los días transcurridos en la brotación de yemas forzando un nuevo ciclo de crecimiento y producción se vio influenciada por la eliminación de fuentes de inhibición (hojas) antes de que las plantas eventualmente entren en endodormancia, [11, 12] esta defoliación se la hace aplicando  $\text{NaClO}_3$  (2%) y  $\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2$  (0.76%). [25] Este adelanto de días a la brotación también se ha observado en otros frutales, donde se obtuvo una respuesta favorable en el adelantó de la brotación en un período comprendido entre seis y nueve días con respecto a los árboles no tratados [26-29].

#### Porcentaje de yemas brotadas

El ANOVA detectó diferencias estadísticas para esta variable. La cianamida hidrogenada al 1% obtuvo el mayor porcentaje de yemas brotadas (95.10%); mientras que el testigo sin aplicación produjo el menor porcentaje (59.88%). Analizando los datos mediante la prueba de Tukey al 5% (Tabla 3), se observó dos rangos de significación en donde el tratamiento de cianamida hidrogenada al 0.75 y 1% compartieron el primer rango, constituyendo las dosis más efectivas; sin embargo en otros frutales la dosis de alta (1.5%) ha resultado ser la más óptima [30]. Por otro lado, el testigo y el tratamiento con nitrato de potasio al 2 y 4% se ubicaron en el último rango. Además, la correlación entre el nitrato de potasio y dosis fue relativamente baja (0.39). Cabe mencionar que existen estudios [31] donde se ha probado la combinación de productos a base de nitrógeno y nitratos para inducir la brotación de yemas, obteniéndose resultados positivos; sin embargo en nuestra investigación, los inductores evaluados se aplicaron independientemente.



**Tabla 3.** Prueba de Tukey al 5% para porcentaje de yemas brotadas.

Tratamientos	Descripción	Media (%)
T2	Cianamida hidrogenada 1%	95,10 <sup>a</sup>
T1	Cianamida hidrogenada 0.75%	84,85 <sup>a</sup>
T3	Cianamida hidrogenada 1.5%	78,67 <sup>ab</sup>
T5	Nitrato de Potasio 3%	76,17 <sup>ab</sup>
T6	Nitrato de Potasio 4%	61,84 <sup>b</sup>
T4	Nitrato de Potasio 2%	64,55 <sup>b</sup>
T7	Testigo	59,88 <sup>b</sup>

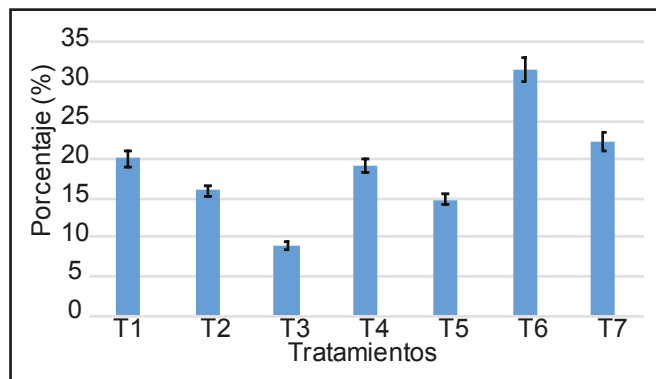
Cianamida hidrogenada (0.75 y 1%) obtuvo el mayor porcentaje de brotación, lo que indica que este producto actúa como un regulador de crecimiento. La correlación entre este producto y dosis fue de 0.65, lo que indica que existe una relación entre este fitoregulador y la dosis utilizada para acelerar la brotación. [32] Este regulador rompe el letargo, estimulando la brotación y al mismo tiempo uniformiza y adelanta la floración, logrando adelantos en la madurez. Otros autores también indican que la acción de la cianamida hidrogenada provoca acumulación de peróxido endógeno en las yemas, y por lo tanto produce la ruptura del letargo; [33] así como también inhibe la actividad de enzimas detoxificadoras como lo es la catalasa. [22] La respuesta obtenida en la presente investigación coincide con los resultados obtenidos en estudios similares pero utilizando dosis más altas; [18] sin embargo, si la aplicación es muy tardía puede retrasar la brotación. [34]

Por otro lado, los resultados obtenidos en este estudio son contrarios a lo encontrado por [35] quienes estudiaron el efecto de la cianamida hidrogenada en otros frutales y mencionan que al incrementar la dosis de este producto también aumenta el número de yemas brotadas; por lo que deducimos que la dosis depende de la especie frutal en el que se utilice esta hormona.

#### Porcentaje de yemas de flor

Para esta variable no se determinó diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que indica que no hubo acción de los productos aplicados para generar mayor número de yemas de flor. Sin embargo, matemáticamente el mejor promedio lo obtuvo el tratamiento de nitrato de potasio al 4% (T6), el cual mostró un porcentaje de yemas superior a 30% (Fig. 1), valor superior al obtenido por el resto de tratamientos.

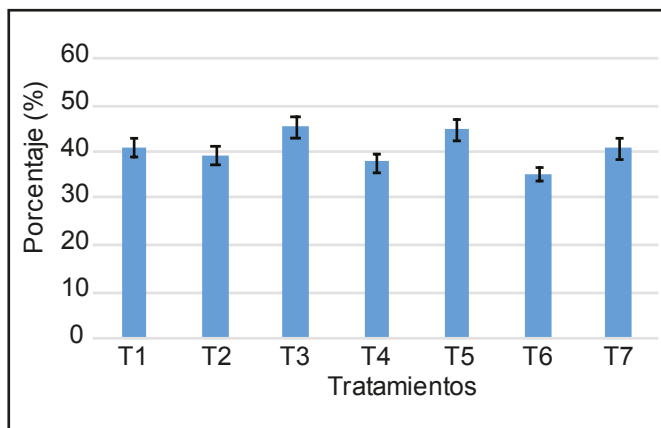
Este comportamiento puede deberse posiblemente a factores fisiológicos de la planta ya que para que se produzca la floración tienen que coincidir los procesos de inducción floral y el inicio de brotación de yemas [15, 36]; así como posiblemente no se tuvo una buena producción de la hormona florífero que es la responsable para que exista el cambio de yema vegetativa a yema de flor. [21] Estos resultados nos hacen inferir que este producto no es un agente inductor floral, sino que actúa como promotor de brotación de yemas.



**Figura 1.** Porcentaje de yemas de flor en la evaluación de inductores de brotación en chirimoya. La barra indica el error de la desviación estándar.

#### Porcentaje de yemas vegetativas:

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para esta variable, lo que nos indica que los productos químicos utilizados en este estudio no incrementan el porcentaje de yemas vegetativas. Sin embargo, los tratamientos T3 (cianamida hidrogenada 1.5%) y T5 (nitrato de potasio 3%) alcanzaron valores promedio alrededor de 45% (Fig. 2). Estos resultados permitirían inferir que el aumento en la dosis de estos productos incide en esta variable, ya que las dosis que obtuvieron los mayores porcentajes de yemas vegetativas fueron superiores a la menor evaluada en ambos productos. Cabe mencionar que después de la aplicación, el ingrediente activo de estos productos es rápidamente metabolizado e incorporado en los aminoácidos de la planta. Además, la cianamida hidrogenada es un fitoregulador que contiene 49% de este ingrediente activo y un 35% de nitrógeno en forma cianamídica, el mismo que puede ser absorbido por las yemas en letargo y por la hojas, [29] lo que concuerda con otros autores al referirse a la cianamida hidrogenada, indicando que es un compuesto nitrogenado y que forma iones de nitrógeno, que favorecen el crecimiento vegetativo de la planta. [35]



**Figura 2.** Porcentaje de yemas vegetativas en la evaluación de inductores de brotación en chirimoya. La barra indica el error de la desviación estándar.

#### IV CONCLUSIONES

La cianamida hidrogenada al 1% obtuvo el mayor porcentaje de yemas brotadas, incrementando un 40% el resultado que obtuvo el tratamiento testigo sin la aplicación de ningún inductor de brotación. El menor período de días transcurridos a la brotación de yemas se obtuvo con la aplicación de cianamida hidrogenada al 1%, reduciendo aproximadamente siete días el período comprendido entre el letargo y la brotación. El incrementar y uniformizar el porcentaje de brotación en un período de tiempo más reducido permite adelantar el ciclo de producción en el cultivo de chirimoya para obtener cosechas fuera de época. Este producto debe ser aplicado inmediatamente después de la poda. El nitrato de potasio no tuvo efecto como inductor de brotación sino más bien actuó como un promotor de la brotación ya que aplicado a una dosis del 4% obtuvo el mayor porcentaje de yemas de flor. Se recomienda realizar posteriores estudios utilizando mezclas de los productos evaluados en esta investigación, en distintas dosis (experimentos dosis-respuesta), y evaluar otros fisioestimulantes, que tengan en su composición química nitrógeno o nitratos, para inducir la ruptura de la dormancia y adelanto de cosecha.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Católica de Cuenca, a sus profesores y compañeros por el apoyo brindado durante la ejecución de esta investigación. Se agradece también al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por el financiamiento de este estudio. A los Ingenieros Hernán Lucero, Luis Minchala y René Orellana Maita por su apoyo técnico.

#### Referencias

- [1] X. Scheldeman, V. Damme, J. Ureña (2002) "Improving Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) Cultivation Exploring its Center of Origin", *Acta Hortic.* 577(1), 329-336.
- [2] M. Zonneveld, X. Scheldeman, P. Escribano, M. Viruel, P. Damme, W. Garcia, C. Tapia, J. Romero, M. Sigueñas, J. Hormaza (2012) "Mapping Genetic Diversity of Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.): Application of Spatial Analysis for Conservation and Use of Plant Genetic Resources", *PLoS ONE* 7(1), 1-14.
- [3] V. Damme, X. Scheldeman (1999) "Commercial Development of Chirimoya (*Annona cherimola* Mill. in Latin America)", *Acta Hortic.* 497(1), 17-42.
- [4] D. Ríos, P. Banchetti (1975) "Mapas de cultivos hortofrutícolas del Ecuador", Quito, Ecuador, FAO, pp. 1-68.
- [5] Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG (2002) "III Censo Nacional Agropecuario", Quito, Ecuador, INEC, pp. 103-105.
- [6] G. A. Lang, J. D. Early, G. C. Martin, R. L. Darnell (1987) "Endo-, Para-, and Ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research", *HortScience*, 22(3), 371-377.
- [7] P. Viteri, J. F. León, C. Ortega (1999) "Evaluation of shoot inducers in chirimoya (*Annona cherimola* Mill) in Tababela, Ecuador", *Acta Hortic.* 497(1), 347-354.
- [8] Universidad Católica de Valparaíso, UCV (1999) "Curso-Taller Internacional sobre Manejo del Chirimoya". Valparaíso, Chile, Facultad de Agronomía, pp. 1- 65.
- [9] J. León (2000) "Botánica de los cultivos tropicales", 3o edición, San José, Costa Rica, IICA, pp. 50-51.
- [10] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2008) "Guía Técnica de Cultivos", Quito, Ecuador, INIAP, Ficha 1.
- [11] M. N. Westwood (2009) "Temperate zone pomology: physiology and culture", Portland, USA, Timber Press, pp. 420-426.
- [12] N. Koutinas, G. Pepelyankov, V. Lichev (2010) "Flower Induction and Flower Bud Development in Apple And Sweet Cherry", *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* 24(1), 1549-1558
- [13] F. Ríos (1993) "Desarrollo histológico de la yema floral y determinación del estado óptimo para la aplicación del compensador de frío en duraznero *Prunus persica* (L.) Batsch", *Agro-Desarrollo* 4(1), 32-36.
- [14] J. Rodríguez (1989) "Inducción y diferenciación floral en frutales tropicales y subtropicales", en: Memorias Simposio Producción forzada en frutales, Chapingo, México, pp.17-19.
- [15] G. Fischer (1993) "Fisiología del crecimiento vegetativo del manzano", en: Memorias Simposio Internacional sobre el Manzano, Manizales, Colombia,

pp. 17-27.

- [16] R. Cautín, M. Agustí (2005) "Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill.)", *Sci. Hortic.* 105(4), 491-497.
- [17] E. Or, I. Vilozny, Y. Eyal, A. Ogradovitch (2000) "The transduction of the signal for grape bud dormancy breaking induced by hydrogen cyanamide may involve the SNF-like protein-kinase GDBRPK", *Plant. Mol. Biol.* 43, 483-494.
- [18] M. Garcés (1995) "Efecto de la cianamida hidrogenada sobre la brotación y producción de la caña y el retoño de frambuesas variedad Heritage", Tesis de *Ing. Agr.*, Fac. Agr., Uni. Chile, Santiago, Chile.
- [19] A. Erez (1987) "Chemical control of budbreak", *HortScience* 22(6), 1240-1243.
- [20] M. González, J. Hueso, F. Alonso, J. Cuevas (2008) "Foliar Application of Urea Advances Bud Break, Bloom and Harvest in Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.)", *Acta Hortic.* 975(1), 269-274.
- [21] T. Olesen, S. Muldoon (2012) "Effects of defoliation on flower development in atemoya custard apple (*Annona cherimola* Mill. × *A. squamosa* L.) and implications for flower-development modelling", *Aust. J. Bot.* 60(2), 160-164.
- [22] M. Otero, L. Ruiz, A. Becerril, A. Michel, A. Barrios, R. Ariza (2015) "Fenología Y Fisiología de llama (*Annona diversifolia* Saf.)", *Agroproductividad* 8(2) 12-19.
- [23] E. Or, I. Vilozny, A. Fennell, Y. Eyal, A. Ogradovitch (2002) "Dormancy in grape buds: isolation and characterization of catalasa cDNA and analysis of its expression following chemical induction of bud dormancy release", *Plant Science* 162(1), 121-130.
- [24] E. Or, G. Nir, I. Vilozny (1999) "Timing of hydrogen cyanamide application to grapevine buds", *Vitis* 38(1), 1-6.
- [25] G. D. Edwards (1987) "Producing temperate zone fruit at low latitudes: avoiding rest and the chilling requirement", *HortScience* 22(6), 1236-1240.
- [26] H. Higuchia, T. Sakuratania, N. Utsunomiyab (1999) "Photosynthesis, leaf morphology, and shoot growth as affected by temperatures in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) trees", *Sci. Hortic.* 80(1), 91-104
- [27] R. Guerriero, S. Bartolini (1991) "Main factors influencing cropping behavior of some apricot cultivars in coastal areas", *Acta Hort.* 293, 229-244.
- [28] R. Viti, P. Monteleone (1991) "Observations on flower bud growth in some low yield varieties of apricot", *Acta Hortic.* 293(1), 319-326.
- [29] R. Armas, J. Rodríguez (1995) "Influencia de temperaturas en la brotación y caída de yemas florales en chabacano (*Prunus armeniaca* L.) Selección 90-4C", en: Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas, México, pp. 72.
- [30] M. Melo, J. Fernandes, I. Lederman, J. Assis (2010) "Efeito da cianamida hidrogenada associada à desfolha química e manual na indução floral de pinheiras (*Annona squamosa* L.)", *Pesq. Agropec. Pernamb.* 15(1), 45 - 50.
- [31] F. Hawerth, J. Petri, G. User, F. Herter (2010) "Brotação de gemas em macieiras 'imperial gala' e 'fuji suprema' pelo uso de Erger e nitrato de cálcio", *Rev. Bras. Frutic.* 32(2), 343-350.
- [32] H. Behnke (1992) "Experience with the application of hydrogen cyanamide on fruit in Latin America", *Acta Hortic.* 310(1), 97-98.
- [33] H. Ugalde (2005) "Efecto del peróxido de hidrógeno en la ruptura del letargo invernal en yemas de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. sultanina)", Tesis de *Ing. Agr.*, Fac. Agr., Uni., Chile, Santiago, Chile.
- [34] M. Lyon, S. Poller, M. Rodríguez (1989) "Evolución de letargo de yemas en seis especies frutales en relación al frío y tratamiento con tiourea o cianamida", Tesis de *Ing. Agr.*, Dep. Fruti. Eno., Pon. Uni. Cat. Chile, Santiago, Chile.
- [35] C. A. Pontikis (1989) "Effects of Hydrogen Cyanamide on Bloom Advancement in Female Pistachio *Pistacia vera* L.", *Fruit. Var. J.*, 43(1), 125-128.
- [36] R. M. Samish (1954) "Dormancy in woody plants", *Annu. Rev. Plant Physiol.* 5(1), 183-204.